

**PENGARUH PENGGUNAAN METODE *SQUEEZE* PADA
PENGECORAN ALUMINIUM TERHADAP *DENSITY*, CACAT
POROSITAS, KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO**



**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Progam Studi
Strata I Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

Oleh:

IMAN BUDI SETIO

D 200 171 203

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2020**

**PENGARUH PENGGUNAAN METODE *SQUEEZE* PADA
PENGECORAN ALUMINIUM TERHADAP *DENSITY*, CACAT
POROSITAS, KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

IMAN BUDI SETIO

D 200 171 203

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen
Pembimbing



Patna Partono S.T., M.T.
NIK. 701

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH PENGGUNAAN METODE *SQUEEZE* PADA
PENGECORAN ALUMINIUM TERHADAP *DENSITY*, CACAT
POROSITAS, KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO**

OLEH

IMAN BUDI SETIO

D 200 171 203

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Senin, 06 Januari 2020
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

Dewan Penguji:

1. Patna Partono, S.T., M.T.

(Ketua Dewan Penguji)

(.....)

2. Agus Dwi Anggono, S.T., M.Eng., Ph.D.

(Anggota I Dewan Penguji)

(.....)

3. Wijianto S.T., M.Eng., Sc.

(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)

Dekan,



Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D., IPM.
NIK. 682

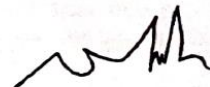
PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 20 Januari 2020

Penulis



IMAN BUDI SETIO

D 200 171 203

PENGARUH PENGGUNAAN METODE *SQUEEZE* PADA PENGECORAN ALUMINIUM TERHADAP *DENSITY*, CACAT POROSITAS, KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pengecoran Aluminium dengan metode *squeeze casting* terhadap *density*, Cacat Porositas, Kekerasan Dan Struktur Mikro. Bahan baku penelitian ini adalah menggunakan Aluminium bekas piston yang dilebur di dalam dapur peleburan skala kecil. Pada penelitian ini menggunakan 3 variasi reduksi yaitu: reduksi 15%, 20% dan 25% terhadap volume produk pengecoran dengan metode *squeeze casting*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi kimia yang sesuai referensi ditemukan unsur kimia (Al) 87,13% sebagai bahan utama, (Si) 6,14%, (Zn) 2,87%, (Fe) 1,79%, (Cu) 1,50%. Sehingga dari unsur yang ada material ini termasuk logam Aluminium paduan Silikon (Al-Si). Hasil perhitungan *density* dengan reduksi 15% sebesar 2,49 gr/cm³, reduksi 20% sebesar 2,64 gr/cm³ dan reduksi 25% sebesar 2,73 gr/cm³. Semakin tinggi nilai *density* maka material tersebut semakin padat dan porositasnya sedikit. Hasil pengujian kekerasan *Vickers* menunjukkan bahwa variasi reduksi 15% sebesar 110,22 HVN, reduksi 20% sebesar 115,44 HVN dan reduksi 25% sebesar 119,8 HVN. Dari data tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi *density* maka semakin tinggi harga kekerasannya. Pengamatan struktur mikro menunjukkan bahwa pada reduksi 25% terlihat fasa β lebih rapat dan tersebar merata dibanding reduksi 20% dan reduksi 15%.

Kata kunci : Paduan Aluminium (Al), *squeeze casting*, variasi reduksi, komposisi kimia, *density*, kekerasan, struktur mikro.

Abstract

This study aims to determine the effect of Aluminium casting using squeeze methode for density, porosity defects, hardness and microstructure. The raw material of this research is to use aluminum piston former which is melted in a small-scale smelting kitchen. In this study, using 3 variations of reduction, namely: reduction of 15%, 20% and 25% of the volume of casting products with the squeeze casting method. The results showed that the chemical composition according to the reference found the chemical element (Al) 87.13% as the main ingredient, (Si) 6.14%, (Zn) 2.87%, (Fe) 1.79%, (Cu) 1.50%. So that from the elements present this material includes silicon Aluminum alloy metal (Al-Si). The results of the calculation of the density with a reduction of 15% by 2.49 gr / cm³, a reduction of 20% by 2.64 gr / cm³ and a reduction of 25% by 2.73 gr / cm³. The higher the density value, the more dense the material and less porosity. Vickers hardness test results showed that the 15% reduction variation of 110.22 HVN, 20% reduction of 115.44 HVN and 25% reduction of 119.8 HVN. The data shows that the higher the density, the higher the price of hardness. Microstructure observation shows that at 25% reduction the β phase looks denser and more evenly distributed than the reduction of 20% and the reduction of 15%.

Keywords: Aluminum alloy (Al), squeeze casting, reduction variations, chemical composition, density, hardness, microstructure

1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan limbah otomotif sebagai bahan baku suatu produk pada saat ini sangat dibutuhkan. Piston bekas merupakan komponen otomotif yang terbuat dari Aluminium yang berpotensi untuk dimanfaatkan kembali.

Menurut Raharja (2011) pengecoran merupakan sebuah proses untuk membuat komponen atau benda dengan cara menuangkan bahan yang dicairkan dalam *furnance* (dapur kupola) kedalam cetakan. Teknik pengecoran dapat dibedakan menjadi dua yaitu, teknik pengecoran *traditional* dan teknik pengecoran *non-traditional*. Teknik pengecoran *traditional* seperti: *sand casting* (cetakan pasir), *low pressure sand casting*, *shell mold casting*, dan *full mold casting*. Sedangkan teknik pengecoran *non-traditional* yaitu *high pressure die casting*, *low-pressure die casting*, *squeeze casting*, *permanent-mold casting*, *centrifugal casting*, dan *investment casting*.

Pengecoran *squeeze* pertama kali diperkenalkan di negara Russia oleh Chernov pada tahun 1878. Pengecoran *squeeze* sering disebut juga sebagai penempaan logam cair (*liquid metal forging*). Hasil proses penempaan logam cair adalah produk mendekati ukuran sebenarnya (*near-net shape*) dengan kualitas yang baik. Sedangkan struktur mikro hasil pengecoran dengan metode *squeeze casting* tampak lebih padat dan homogen dibanding dengan metode *gravity* (Yue, 1996).

Penggunaan metode *squeeze casting* saat ini masih belum banyak digunakan oleh industri kecil menengah. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian pengecoran menggunakan metode *squeeze*. Selanjutnya penelitian ini akan melakukan pengaruh penggunaan metode *squeeze* pada pengecoran Aluminium terhadap *density*, cacat porositas, kekerasan dan struktur mikro.

1.1 Tujuan Penelitian

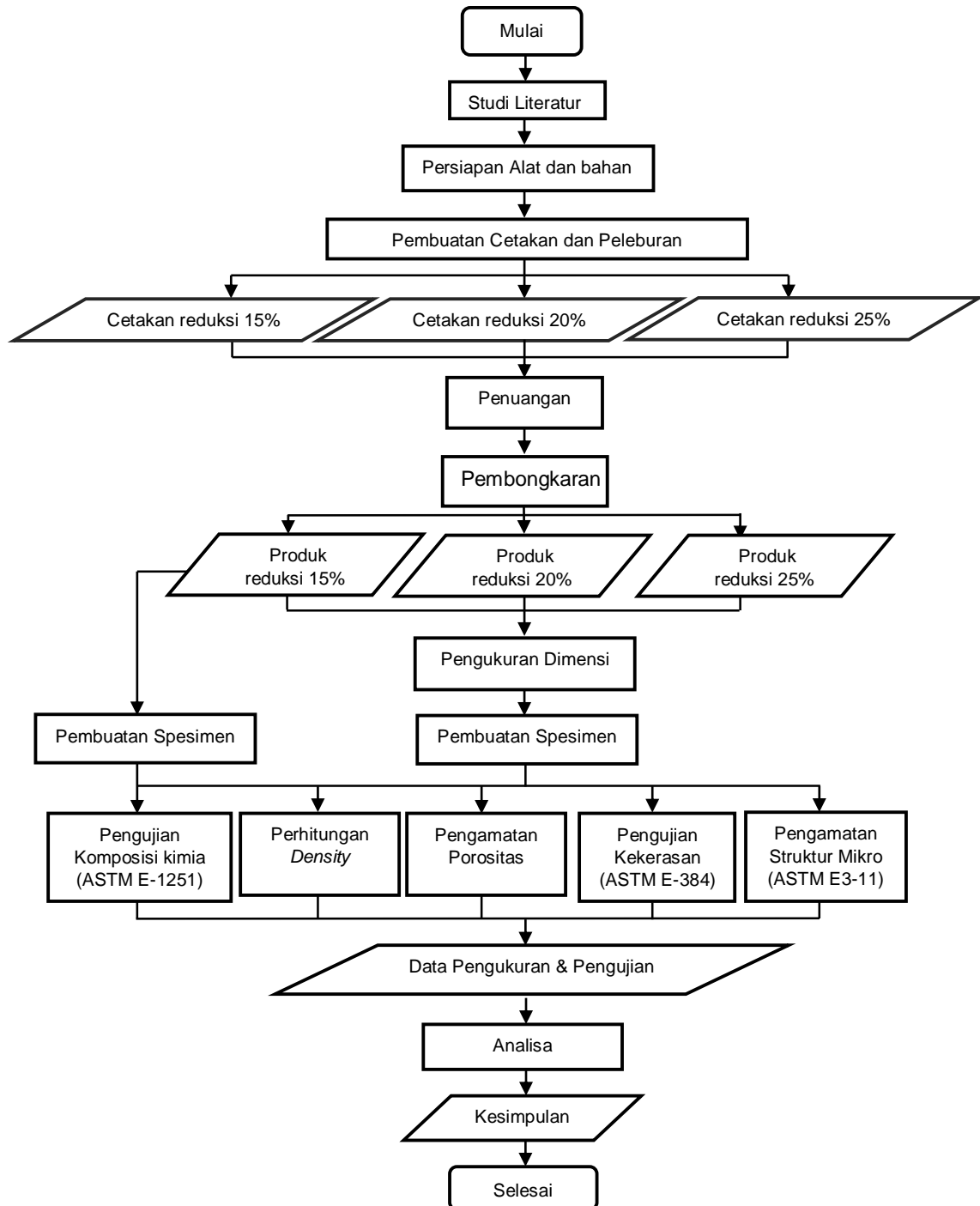
Tujuan dilakukan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Meneliti komposisi kimia yang terkandung dalam produk setelah proses pengecoran.
2. Meneliti pengaruh reduksi terhadap *density* dan cacat porositas pada produk setelah proses pengecoran.

3. Meneliti pengaruh reduksi terhadap kekerasan dan struktur mikro pada produk setelah proses pengecoran.

2. METODE

2.1 Diagram Alir Penelitian

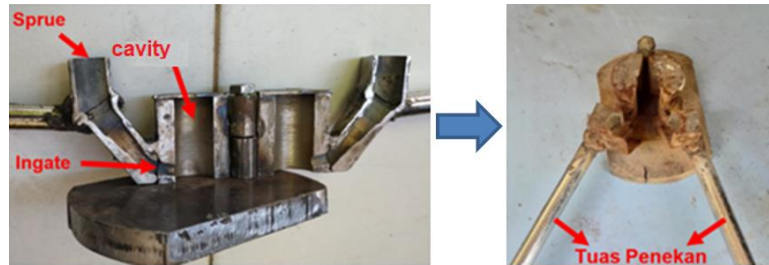


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.2 Langkah Pengujian

2.2.1 Pembuatan Alat dan Desain Pola

a) Pembuatan alat



Gambar 2. Skema alat cetakan

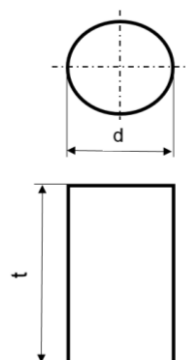
b) Pembuatan variasi pada cetakan

Pembuatan variasi cetakan dengan cara menambah volume dengan cara merenggangkan cetakan dan menempelkan tanah liat pada gap agar tidak terjadi kebocoran saat pengecoran. Nilai penambahan volume yaitu 15%, 20% dan 25% dari volume akhir cetakan. Semua spesimen akan direduksi menjadi volume akhir sama yaitu $12,56 \text{ cm}^3$.



Gambar 3. Pembuatan variasi pada cetakan

c) Desain pola spesimen



Gambar 4. Desain pola spesimen

2.2.2 Peleburan Logam

- a) Mempersiapkan peralatan dapur skala kecil.
- b) Memasukkan kowi kedalam tungku dan memasang regulator ke tabung gas.
- c) Menghidupkan kompor gas.
- d) Memasukan kowi kedalam tungku dan memasukan Aluminium bekas kedalam kowi.
- e) Menutup tungku peleburan.

2.2.3 Penuangan Logam cair

- a) Mengukur suhu Aluminium cair sampai didapat suhu 700 °C dengan alat *infra red thermometer*.
- b) Mengangkat kowi dari tungku dengan bantuan penjepit kemudian dituangkan kedalam cetakan.
- c) Menekan tuas penekan hingga cetakan rapat dan tahan sekitar 10 detik. (Melakukan dengan variasi reduksi 15%, 20% dan 25%).

2.2.4 Pembongkaran cetakan

- a) Membuka cetakan dengan menarik tuas penekan.
- b) Mengeluarkan benda coran dari cetakan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Komposisi Kimia

Pada pengujian ini dilakukan di laboratorium Material CV. Karya Hidup Sentosa.

Dari hasil pengujian komposisi kimia diperoleh hasil data sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil uji komposisi kimia.

No	Unsur	Kandungan (%)
1	Al	87,13
2	Si	6,14
3	Zn	2,8744
4	Fe	1,7992
5	Cu	1,507
6	Ni	0,1958
7	Pb	0,1889

8	Mn	0,0633
9	Mg	0,0483
10	Ti	0,0400
11	Cr	0,0112
12	Sn	0,0002
13	Lain-lain	0,0017

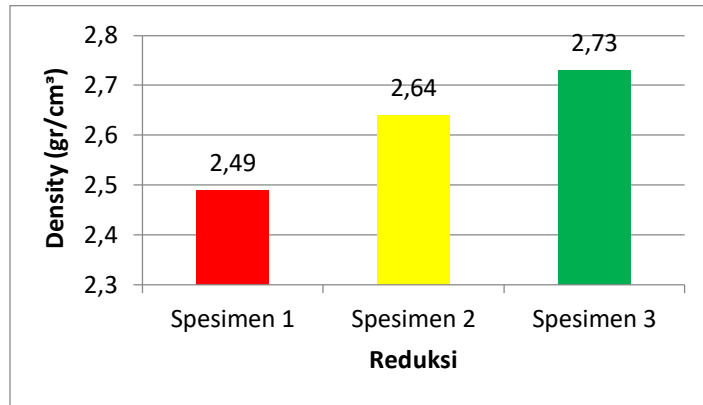
Menurut data tabel 1 yang ditampilkan diatas terdapat 13 unsur yang ada pada material ini. Pengaruh Silikon (Si) 6,14% mempunyai pengaruh baik yaitu memperbaiki sifat-sifat atau karakteristik coran, menurunkan penyusutan dan meningkatkan ketahanan korosi. Unsur Zn 2,874% berpengaruh pada penambahan kekerasan terhadap Aluminium. Pengaruh Fe 1,799% mempunyai pengaruh penambahan kekerasan pada Aluminium, namun juga mempunyai dampak menambah porositas. Adanya unsur tembaga Cu 1,50% akan menghasilkan sifat keras dan kuat. Menurut klasifikasi pada ASTM B.85 *Standard Specification for Aluminum-Alloy Die Castings Aluminium* ini diklasifikasikan kedalam Aluminium Al-Si (*Aluminium – Silicon*).

3.2 Hasil Perhitungan Density

Perhitungan *density* dilakukan dengan cara mengukur spesimen menggunakan gelas ukur dan ditimbang menggunakan timbangan digital untuk mengetahui massa dari spesimen. Kemudian nilai hasil pengukuran dimasukkan kedalam rumus *density*.

Tabel 2 Hasil perhitungan *density*

Variasi	Volume (cm ³)	Massa (gr)	<i>Density</i> (gr/cm ³)
Reduksi 15%	3,8	9,46	2,49
Reduksi 20%	3,8	10,05	2,64
Reduksi 25%	3,8	10,36	2,73



Gambar 5. Histogram pengaruh reduksi

Berdasarkan data gambar 5, hasil pengujian *density* bahwa spesimen 1 memiliki *density* 2,49 gr/cm³, spesimen 2 memiliki *density* 2,64 gr/cm³, spesimen 3 memiliki *density* 2,73 gr/cm³. Dari data tersebut dan referensi menyatakan bahwa semakin besar *density* maka semakin sedikit porositasnya. Semakin kecil nilai *density* maka porositas semakin tinggi.

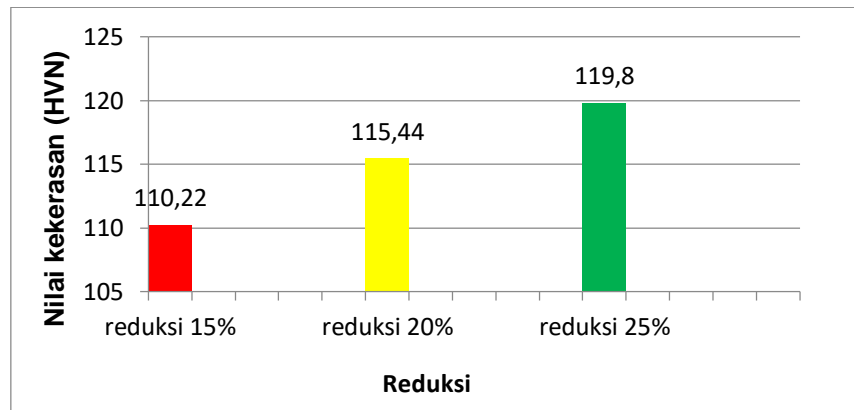
3.3 Hasil Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan di laboratorium material Akademi Teknik Warga (ATW) menggunakan metode *Portable Hardness Vickers* dengan standart ASTM E-384 sehingga menghasilkan nilai (VHN) pembebanan yang diberikan sebesar (0,98N) dengan indenter piramida intan 136° selama 15 detik.

Tabel 3. Hasil Perhitungan kekerasan

Variasi	Titik Identasi	P (Newton)	HVN	HVN rata - rata
reduksi 15%	1	0,98	109	110,22
	2	0,98	102,1	
	3	0,98	107,1	
	4	0,98	121,2	
	5	0,98	111,7	
reduksi 20%	1	0,98	119,4	115,44
	2	0,98	108,4	
	3	0,98	110	
	4	0,98	119,4	
	5	0,98	120	

reduksi 25%	1	0,98	111	119,8
	2	0,98	122,8	
	3	0,98	133,7	
	4	0,98	115,2	
	5	0,98	116,3	



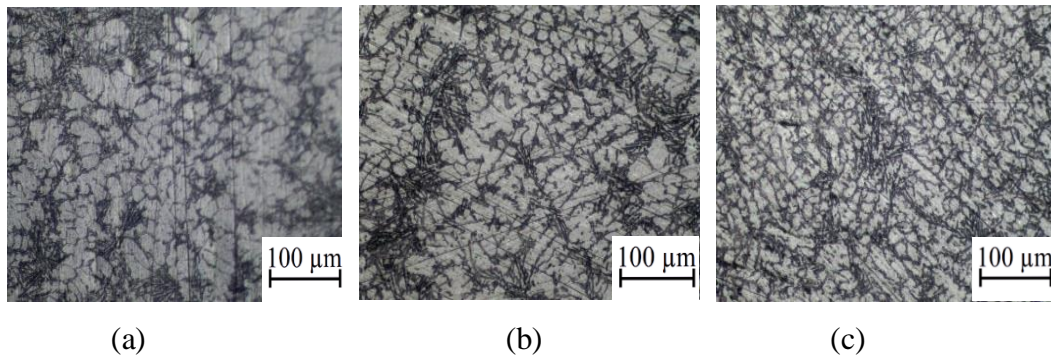
Gambar 6. Histogram pengaruh reduksi terhadap nilai kekerasan

Berdasarkan gambar 6, hasil pengujian kekerasan *Vickers* menunjukkan bahwa reduksi 15% sebesar 110,22 HVN, reduksi 20% sebesar 115,44 HVN, dan reduksi 25% sebesar 119,8 HVN. Dari data membuktikan bahwa nilai *density* berbanding lurus dengan nilai kekerasan. Semakin besar nilai *density* maka semakin besar nilai kekerasan, semakin kecil *density* maka semakin kecil nilai kekerasan. Nilai kekerasan yang tinggi diperkirakan tahu gambaran tentang ukuran, distribusi dan kerapatan dari struktur mikro β pada produk cor Aluminium. Semakin tinggi nilai kekerasan maka akan semakin kecil ukuran β , tetapi fasa β tersebut akan tersebar merata dan posisinya rapat satu dengan yang lainnya.

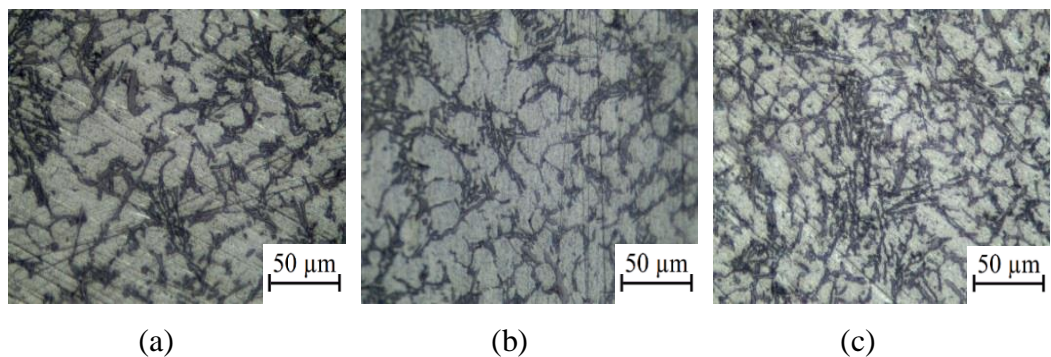
3.4 Pengamatan Struktur Mikro

Pada pengujian ini dilakukan di laboratorium material Universitas Muhammadiyah Surakarta Jurusan Teknik Mesin. Pengamatan struktur mikro dilakukan menurut standar pengujian ASTM E3-11 untuk mikro bahan Aluminium dengan pembesaran 100x, 200x dan 500x.

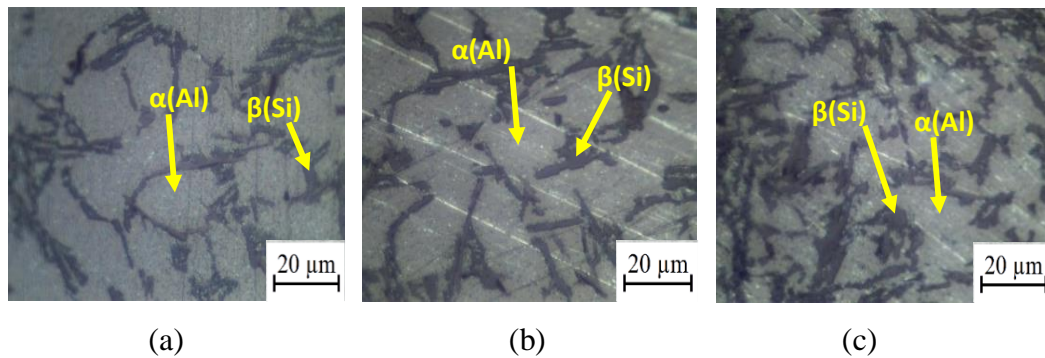
Berikut adalah gambar struktur mikro dari ketiga variasi :



Gambar 7. Struktur mikro pada pembesaran 100x (a) reduksi 15%, (b) reduksi 20%, (c) reduksi 25%.



Gambar 8. Struktur mikro pada pembesaran 200x, (a) reduksi 15%, (b) reduksi 20%, (c) reduksi 25%.



Gambar 9. Struktur mikro pada pembesaran 500x, (a) reduksi 15%, (b) reduksi 20%, (c) reduksi 25%.

Berdasarkan gambar 4.5, 4.6 dan 4.7 struktur mikro terdiri dari fasa α (Al) Aluminium dan fasa β (Si) Silikon. fasa α (Al) berwarna lebih terang, fasa β (Si) lebih gelap bentuknya cenderung memanjang. Ketika laju pembekuan lama maka atom bergerak bebas untuk saling menyatu, sehingga ukuran fasanya membesar.

Pada reduksi 15% butiran-butiran fasa β terlihat mengumpul besar namun tidak merata.

Terlihat pada struktur mikro diatas dengan reduksi 15% persebaran butiran fasa β (Si) lebih jarang bila dibandingkan reduksi 20%. Pada reduksi 25% persebaran fasa β (Si) lebih merata. Hasil ini menunjukkan bahwa ada korelasi antara nilai kekerasan, porositas dan nilai *density* terhadap ukuran, distribusi dan kerapatan butiran fasa β .

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil Pengujian Komposisi kimia ditemukan unsur kimia berupa (Al) 87,13%, (Si) 6,14%, (Zn) 2,87%, (Fe) 1,79%, (Cu) 1,507% dan unsur-unsur lainnya. Dari hasil pengujian tersebut logam termasuk paduan cor Al-Si (seri 4xx.x).
2. Hasil pengujian *density* bahwa reduksi 15% memiliki *density* 2,49 gr/cm³, reduksi 20% memiliki *density* 2,64 gr/cm³, reduksi 25% memiliki *density* 2,73 gr/cm³. Hasil pengamatan porositas reduksi 15% terlihat lebih banyak dibanding reduksi 20% dan reduksi 25%. Hal ini menunjukkan bahwa *density* berpengaruh pada jumlah porositas, semakin kecil *density* maka porositas semakin banyak.
3. Hasil pengujian kekerasan *Vickers* menunjukkan bahwa reduksi 15% sebesar 110,22 HVN, reduksi 20% sebesar 115,44 HVN, reduksi 25% sebesar 119,8 HVN. Hasil pengamatan struktur mikro terdiri dari fasa α dan fasa β . Pada kekerasan tertinggi (reduksi 25%) butiran fasa β tersebar paling merata dan rapat.

4.2 Saran

Dalam penelitian selanjutnya, penulis mempunyai beberapa saran yang mungkin dapat digunakan untuk mengembangkan penelitian antara lain:

1. Sebelum melakukan penelitian, perlu dilakukan pembelajaran yang mendetail mengenai dasar-dasar teknik pengecoran logam *squeeze casting* dengan referensi yang mendukung.
2. Desain cetakan harus diperhatikan agar kegagalan saat pengecoran dapat ditanggulangi.

3. Pada pengecoran dengan metode *squeeze* sebaiknya volume akhir dihitung, hal ini untuk melihat hasil apakah sesuai teori atau tidak.
4. Sebelum melakukan proses pengecoran perlu memperhatikan persiapan alat maupun bahan guna mendapatkan hasil yang baik dan waktu yang efektif.
5. Dalam melakukan pengujian produk hasil dari penelitian, sebaiknya mencari referensi tempat pengujian yang terpercaya dan berpengalaman agar kualitas pengujian baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Avner, Sidney H. 1974. *Introduction to Physical Metallurgy 2nd (second) Edition*. New York : Glencoe/Mcgraw-Hill.
- Hu, B.H., et al. 1998. *Squeeze Casting of Al-Si-CuFe-Mn-Mg Alloy*. Journal of Processing and Fabrication of Advanced Materials VI. Vol. 1.
- Irawan, Yudy Surya. 2013. *Material Teknik*. Diunduh dari <https://matrudian.files.wordpress.com> pada 10 desember 2019 pukul 19.00.
- Lauki, Hans Ivar. 2004. *High Pressure Die Casting of Aluminium and Magnesium Alloys*. Norwegian : University of Science and Technology (NTNU).
- Lu, Shu-Zu. 1987. *The Mechanism of Silicon Modification in Al-Si Alloy*. Journal of Metallurgical Transaction. Vol. 18 A No. 10. page. 1721 – 1733.
- Purwanto, Helmy, dkk. 2011. *Pengaruh Temperatur Cetakan Pada Pengecoran Squeeze Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis Alminium Daur Ulang (Al–6,4%Si–1,93%Fe)*. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi ke-2 Tahun Universitas Wahid Hasyim Semarang.
- Saputra, Hadi. 2011. *Material Teknik 2nd session*. Di unduh dari <http://hadisaputrameng.files.wordpress.com> pada 10 oktober 2019 pukul 20.00.
- Sri Mulyo (2016) *Pengaruh Tekanan dan Temperatur Cetakan Terhadap Sifat Mekanik pada Pengecoran Squeeze Casting Paduan Aluminum Daur Ulang*, Mechanical Engineering Department, Wahid Hasyim University.
- Surdia, Tata & Saito, Shinroku. 1992. *Pengetahuan Bahan Teknik*. (edisi kedua). Jakarta: Pradnya Paramita.
- Tjitro (2001) *Pengaruh Tekanan dan Temperatur Die Proses Squeeze Casting Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Pada Material Piston Komersial*

Lokal. Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Mesin – Universitas Kristen Petra.

Tjitro (2001) *Pengecoran Squeeze*. Universitas Kristen Petra.

Yue, T.M. and G.A. Chadwick. 1996. *Squeeze Casting of Light Alloys and Their Composites*. Journal of Material Processing Technology. Vol. 58 No. 2 – 3.